요추 추간판 탈출증에 대한 내시경적 추간판 제거술과 미세현미경적 추간판 제거술간의 VAS, MacNab, 합병증 발생 수 비교: 메타분석

이동렬, 김다현, 김영문, 김인겸, 이준원, 임창진, 정상훈, 엄상화(지도교수) v4

# Abstract

**Purpose** : To compare the results of microendoscopic discectomy with those of microsurgical discectomy

**Method** : The papers selected as materials are the ones dealing with the results of microendoscopic discectomy and those of microsurgical discectomy in herniated nucleus pulposus, and they were chosen from electronic databases - Pubmed, MEDLINE, EMBASE, OVID, KMBase. The papers are the ones published from January 2000 through September 2010. The papers are the ones containing VAS or MacNab or complications in the results of microendoscopic discectomy and microsurgical discectomy. Data were analyzed with the softwares of PASW Statistics 18 and Excel. MacNab and complications were analyzed through crosstabulation analysis with PASW Statistics 18, and VAS was done through analysis of means with Excel.

**Results** : There was no significant difference between microendoscopic discectomy and microsurgical discectomy in VAS, MacNab, and complications.

**Conclusion** : There was no significant difference between microendoscopic discectomy and microsurgical discectomy.

**Keywords** : Microendoscopic discectomy, Microsurgical discectomy, Meta-analysis, Lumbar disc herniation, Complications.

# 서론

대부분의 사람은 일생에 한 번 이상 퇴행성 추간판 탈출증 문제를 겪게 된다 [[1](#_ENREF_1)]. 이러한 추간판 탈출증 중에서 요추와 관련된 질환은 62%로 그 비중이 가장 크다 [[1](#_ENREF_1)]. 국민건강보험공단의 2009년 주요수술통계에 따르면 주요수술 진료비용 중 일반척추수술이 4,465억 원으로 전체 수술 중 1위를 차지하고 있다.

요추 추간판 탈출증 (lumbar herniated intervertebral disc)의 치료는 다양한 종류가 있으며, 그효과에 대한 논쟁이 진행중이다 [[2](#_ENREF_2)]. 우선적으로 시행되는 것은 보존적 치료이다. 요추 추간판 탈출증 환자 중 절반 이상이 보존적 치료에 반응한다 [[3](#_ENREF_3), [4](#_ENREF_4)]. 추간판 절제술 (lumbar discectomy)의 적응증은 그 술기의 종류에 상관없이 최소 6주 이상의 보존적 치료에 반응이 없는 환자 혹은, 이르거나 진행성의 신경학적 증상을 보이는 환자일 경우이다 [[3](#_ENREF_3), [5](#_ENREF_5)]. 추간판 절제술은 미세현미경적 추간판 제거술 (microsurgical discectomy, MD)과 내시경적 추간판 제거술 (endoscopic discectomy, ED)로 크게 두 종류로 나뉜다 [[6](#_ENREF_6)]. 현재 미세현미경적 추간판 제거술이 수술적 추간판 절제술의 표준으로 자리 잡고 있으며 [[7](#_ENREF_7)], 가장 널리 쓰이는 수술적 감압술이다. 내시경적 추간판 제거술은 아직 널리 선택되지는 않지만, 절개부위가 작아 수술 직후 통증이 적고 사회복귀가 빠르다는 장점이 있으며, 수술 결과 또한 미세현미경적 추간판 제거술에 개선되고 있다는 최근의 보고들에 따라 점점 더 관심 받고 있다 [[6](#_ENREF_6), [8](#_ENREF_8)].

그러나, 요추 추간판 탈출증을 가지고 있는 환자의 진단과 그 치료는 국가간, 국가 내에서도 상당한 차이가 있다 [[9](#_ENREF_9)]. 예를 들어 추간판 절제술의 경우, 그 수술 비율이 국가간에서 큰 차이를 보이며, 최근의 연구에서는 국가 내에서도 큰 차이가 있음을 보여주었다 [[9](#_ENREF_9)]. 이러한 결과는 진단 및 치료효과 판단의 근거 부족, 명확한 임상적 가이드라인의 부재로 인해 생길 수 있는 부분이며, 현재 현장에서 이루어지고 있는 건강 관리 및 보험 시스템 간의 차이들을 반영하기도 한다 [[10](#_ENREF_10)]. 근본적으로 요추 추간판 탈출증의 치료가 이처럼 서로 다른 것은 현재까지는 관혈적 추간판 제거술과 내시경적 추간판 제거술을 비교한 연구결과는 많으나, 명확한 임상적 근거를 내리기엔 부족하기 때문이다 [[2](#_ENREF_2), [11](#_ENREF_11)].

요추 추간판 탈출증에 대한 내시경적 추간판 제거술과 현미경 하의 추간판 제거술간의 수술결과 차이를 메타분석을 통하여 비교해보고자 한다.

# 연구 방법

**문헌선정**

문헌 검색을 위해 the Cochrane Back Review Group에서 추천하는 방법을 사용하였다 [[12](#_ENREF_12)]. JAMA&ARCHIVES, Pubmed, OVID, Google scholar 데이터베이스에서 척추수술 기술과정이나 해부학적 특징 및 병리와 관련있는 검색 색인어를 단독 또는 병용하여 문헌을 검색하였다 [[6](#_ENREF_6)] (표 1). 검색조건으로 사용언어는 영어로 한정하였으며 기간은 2000 년 1 월부터 2010 년 9 월까지로 제한하였다.

|  |  |
| --- | --- |
| 표 . 검색어 구성 | |
| 기술과정 | 해부학적 특징 및 병리 |
| Diskectomy  Discectomy  Open discectomy  Lumbar discectomy  Endoscopic discectomy  Microendoscopic discectomy Percutaneous endoscopic discectomy  Minimally invasive technique | Sciatica  Back pain  Low back pain  Disk  Disc  Lumbar disc  Lumbar herniated intervertebral disc |

JAMA&ARCHIVE에서 1 편, Pubmed에서 42 편, Ovid에서 13 편, Google scholar에서 18 편을 검색하여 총 74 편의 논문을 검색하였다. 다음과 같은 논문선택 기준을 이용하였다 (표 2). 자료의 질적 저하를 개선하기 위해 문헌의 질에 대해 연구방법, 실린 저널에 따라 다음과 같이 점수를 부여하였다 (표 3). 이렇게 점수를 부여한 논문 중 1.2 점 이상 받은 논문만을 분석에 사용하였다. 그리하여 총 74 편의 논문 중 14 편의 논문을 선정하였다 (그림 4).

|  |
| --- |
| 표 . 환자선택기준 |
| (1) 포함기준 |
| 연구대상자  - 요추 추간판 탈출증으로 인한 하지 방사통을 치료하기 위해 최소 4주 이상 보존적 치료를 했음에도 통증이 계속 있는 환자, 혹은 기간과 관계없이 빠르게 진행하는 신경학적 증상, 참을 수 없는 통증을 가진 환자  - 척추 병변이 한 곳만 존재하는 환자  연구결과  - 수술 전 후 VAS의 평균값과 표준편차가 모두 있거나, 수술 전 후 Macnab 결과가 있거나, 수술후 합병증발생 환자 수가 있는 논문 |
| (2) 제외기준 |
| - 수술 후 재발환자  - 다른 척추질환을 가진 환자  - 과거에 척추수술을 경험한 환자 |

|  |  |
| --- | --- |
| 표 3. 문헌 질 평가 | |
| 연구 방법 | |
| - Prospective, clinical tria  - Retrospective + cohort  - Retrospective | 1  0.8  0.6 |
| 실린 저널 | |
| -JAMA, NEJM, Lancet  -SCI  -Domestic, etc | 1  0.8  0.6 |

이들 문헌 중 주 증상인 통증을 비교하기 위한 시각 통증 등급 (visual analog scale, VAS) [[13](#_ENREF_13)] 에 대한 문헌은 총 8 편, 수술에 따른 신체기능을 비교하기 위한 MacNab [[14](#_ENREF_14)] 에 대한 문헌은 총 9 편, 수술 후 경과를 비교하기 위한 합병증 [[15](#_ENREF_15)] 발생 빈도에 대한 문헌은 총 11 편 이었다. 미세현미경적 추간판 절제술에 대해 다룬 논문은 9 편이었고 내시경적 추간판 절제술에 대해 다룬 논문은 9 편이었다 (표 5)(표 6).

|  |
| --- |
| 그림 1. 논문 선별 |
| 제목 없음.jpg |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 표 4. 미세현미경적 추간판 절제술에 대해 다룬 논문 | | | | |
|  | Title | Grade | Type of studies | Age |
| **MD** | Mark P. Arts, 2009 | 1 | Prospective | 41.3±11.7 |
| Katarina Silverpats, 2010 | 2 | Prospective | 39±11 |
| Christopher B. Dewing, 2008 | 2 | Prospective | 19-46(27) |
| Yu-Mi Ryang, 2008 | 2 | Prospective | 21-69(39) |
| Sebastian Ruetten, 2008 | 2 | Prospective | 20-68(43) |
| Dong Ah Shin, 2008 | 2 | Prospective | 48.1±9.8 |
| Yong Gun Lee, 2010 | 3 | Prospective | 30-74(58) |
| Myung-Jin Kim, 2007 | 4 | Retrospective | 17-80(44.4) |
| Jin Seok Jeong, 2006 | 5 | Retrospective | 35-74(56) |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 표 5. 내시경적 추간판 절제술에 대해 다룬 논문 | | | | |
|  | Title | Grade | Type of studies | Age |
| **MED** | Sebastian Ruetten, 2008 | 2 | Prospective | 20-68(43) |
| Mick J. Perez-Cruet, 2002 | 2 | Prospective | 18-76(44) |
| Seungcheol Lee, 2007 | 2 | Prospective | 18-65(35.5) |
| Dong Ah Shin, 2008 | 2 | Prospective | 42.7±17.7 |
| Myung-Jin Kim, 2007 | 4 | Retrospective | 13-83(34.9) |
| Gun Choi, 2006 | 4 | Retrospective | 36-50(44) |
| Wen-Ching Tzaan, 2006 | 5 | Retrospective | 22-71(38) |
| Dong Yeob Lee, 2006 | 5 | Retrospective | 13-18(16.5) |
| Jin Seok Jeong, 2006 | 5 | Retrospective | 33-75(56.5) |

**분석방법**

자료입력은 Excel 2007을 사용하였다. 자료분석의 경우 MacNab과 합병증 발생 환자 수는 교차분석을 사용하였고, VAS에서는 평균차 검정을 사용하였다. 교차분석의 경우 PASW statistics 18을 사하였고, 평균차 검정은 MedCalc을 사용하였다.

# 결과

수술법에 따른 합병증 발생 환자 수에 대한 교차분석 (표 7)에는 10 편의 논문이 사용되었다. 내시경적 추간판 제거술의 총 환자수는 781 명이었고, 그 중 40 명에서 합병증이 발생하였다. 미세현미경적 추간판 제거술의 총 환자수는 1281 명이었고, 합병증 발생 환자 수는 65 명이었다. 두 수술법 모두 5.1%의 비율을 보였고, 유의한 차이가 없었다 (p-value = 0.962). 미세현미경적 추간판 제거술에 대한 내시경적 추간판 제거술의 합병증 발생 환자 수에 대한 승산비는 1.010으로 나왔지만, 95% 신뢰구간이 0.674 – 1.513으로 나와 역시 유의하지 않았다.

수술법에 따른 MacNab 점수에 대한 교차분석 (표 8)에는 8편의 논문이 사용되었다. 두 수술법 모두에서 Excellent, Good, Fair, Poor 순으로 점점 감소하는 경향성이 유의하게 나타났다 (Chi-Square for trend = 0.002).

두 수술법의 수술 전 후 VAS 점수를 비교한 평균차 검정 (그림 2)에는 8 편의 논문이 사용되었다. 각각의 논문들을 이질성검사로 평가한 결과 두 수술법 모두에서 p-value가 0.05보다 작아서, random effects model을 사용하였다. 내시경적 추간판 제거술에서 표준화된 평균차 (standardized mean difference, SMD)가 -3.372 (95% CI -3.943, -2.8)으로 나왔고, 미세현미경적 추간판 제거술에서 SMD가 -2.715 (95% CI -3.371, -2.06)으로 나와 두 수술법이 별 차이가 없었다.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 표 6. 메타분석에 사용된 논문 | | | | | | | | |
| Name of paper | Grade | Study design | Numbers of patients | Age range | Locations | Surgical technique | Follow-up | Outcome  measures |
| Sebastian Ruetten,  2008 | 2 | Prospective | 100 | 20-68 (mean, 43) | L1-L2, L2-L3, L3-L4, L4-L5, L5-S1 | Full-Endoscopic Interlaminar, Transforaminal Lumbar Discectomy | 24 months | Complications |
| 100 | L2-L3, L4-L5, L3-L4, L5-S1 | Conventional Microsurgical Technique |
| Mick J. Perez-Cruet,  2002 | 2 | Prospective | 150 | 18-76 (mean, 44) | L2-L3, L4-L5, L3-L4, L5-S1 | Microendoscopic Discectomy Technique | 12 months  (range, 3-24) | MacNab, Complications |
| Wen-Ching Tzaan,  2007 | 5 | Retrospective | 134 | 22-71 (mean, 38) | L2-L3, L4-L5, L3-L4, L5-S1 | Transforaminal Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy | 8 months  (range, 3-36) | MacNab, Complications |
| Seungcheol Lee,  2007 | 2 | Prospective | 116 | 18-65 (mean, 35.5) | L2-L3, L4-L5, L3-L4, L5-S1 | Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy | 14.5 months  (range, 9-20) | VAS, MacNab |
| Myung-Jin Kim,  2007 | 4 | Retrospective | 301 | 34.9 (13-83) | L1-L2, L2-L3, L3-L4, L4-L5, L5-S1 | Percutaneous Transforaminal Endoscopic Diskectomy | 23.6 months  (range, 18-36) | MacNab, Complications |
| 614 | 44.4 (17-80) | Microscopic Diskectomy |
| Dong Yeob Lee,  2006 | 5 | Retrospective | 46 | 13-18 (mean, 16.5) | L3-L4, L4-L5, L5-S1 | Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy | 37.2 months  (range, 25-48) | VAS, MacNab, Complications |
| Gun Choi,  2006 | 4 | Retrospective | 67 | 44 (36-50) | L5-S1 | Percutaneous Endoscopic Interlaminar Discectomy | 18 months | VAS, MacNab, Complications |
| Yu-Mi Ryang,  2007 | 2 | Prospective | 30 | 39.1±11.3 (21-69) | L4-L5, L5-S1 | Standard Open Discectomy | 16 months | Complications |
| 30 | 38.2±9.3 (23-62) | L4-L5, L5-S1 | Minimal Access Trocar Microdiscectomy |  |
| Yong Gun Lee,  2010 | 3 | Prospective | 20 | 58 (30-74) | L3-L4, L4-L5, L5-S1 | Invasive Tubular Retractor Assisted Microscopic Discectomy | 20.47 months  (range, 12-38) | VAS, MacNab, Complications |
| Jin Seok Jeong,  2006 | 5 | Retrospective | 25 | 56±9.12 (35-74) | L2-L3, L3-L4, L4-L5, L5-S1 | Classical Open Surgery | 12 months | VAS |
| 22 | 56.34±10.89 (33-75) | L3-L4, L4-L5, L5-S1 | Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy |
| Christopher B.  Dewing, 2008 | 2 | Prospective | 197 | 27 (19-46) | L3-L4, L4-L5, L5-S1 | Lumbar Microdiscectomy | 26 months  (range, 12-38) | Complications |
| Katarina Silverplats,  2010 | 2 | Prospective | 171 | 39±11 | L4-L5, L5-S1 | Lumbar Discectomy | 24 months | VAS, MacNab, |
| Dong Ah Shin,  2008 | 2 | Prospective | 15 | 48.1±10.6 | L4-L5, L5-S1 | Microscopic Discectomy | 5 days | VAS |
| 15 | 42.7±17.7 | Microendoscopic Discectomy |
| Mark P. Arts,  2009 | 1 | Prospective | 161 | 41.3±11.7 | L3-L4, L4-L5, L5-S1 | Conventional Microdiskectomy | 52 weeks | VAS, Complications |
| 167 | 41.6±9.8 | Tubular Diskectomy |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 표 7. 수술법에 따른 합병증 발생 환자수의 교차분석 | | | | | |
|  | | | Complications | |  |
| Yes | No | Total |
| Technique | MED | no. | 40 | 741 | 781 |
|  |  | % | 5.1 | 94.9 | 100 |
|  | MD | no. | 65 | 1216 | 1281 |
|  |  | % | 5.1 | 94.9 | 100 |
| Total |  | no. | 105 | 1957 | 2062 |
|  |  | % | 5.1 | 94.9 | 100 |
| Chi-Square p-value = 0.962  Odd-ratio of MED/MD = 1.010 (95% CI 0.674 - 1.513) | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 표 8. 수술법에 따른 MacNab 점수의 교차분석 | | | | | | | |
|  | | | MacNab | | | |  |
| Excellent | Good | Fair | Poor | Total |
| Technique | MED | no. | 393 | 324 | 54 | 35 | 806 |
|  |  | % | 48.8 | 40.2 | 6.7 | 4.3 | 100 |
|  | MD | no. | 347 | 290 | 91 | 50 | 778 |
|  |  | % | 44.6 | 37.3 | 11.7 | 6.4 | 100 |
| Total |  | no. | 740 | 614 | 145 | 85 | 1584 |
|  |  | % | 46.7 | 38.8 | 9.2 | 5.4 | 100 |
| Chi-Square p-value = 0.001  Chi-Square for trend = 0.002 | | | | | | | |

|  |
| --- |
| 그림 2. 수술법에 따른 VAS 점수의 평균차 검정 |
| EMB000010288ec0 |

# 고찰

**결과 해석/ 결과의 의미**

메타 분석 결과, VAS, MacNab, 합병증 발생환자 수 모두에서 유의한 차이가 없었다. 이는 추간판에 대한 수술 결과 면에서는 지금의 표준인 미세현미경적 추간판 제거술을 내시경적 추간판 제거술로 대체할 필요가 없음을 뜻한다. 하지만 두 수술 모두에서 수술 결과는 뛰어났으므로 단순히 수술 후 통증 감소와 기능 향상, 합병증 발생률로 두 술기를 비교할 것이 아니라 그 이외의 요소들을 고려하여 선택하여야 한다. 많은 논문에서 내시경적 추간판 제거술에서 가능한 이점들에 대해 설명하고 있는데 [[6](#_ENREF_6), [16](#_ENREF_16), [17](#_ENREF_17)], 내시경적 추간판 제거술은 시술이 외래나 하루 입원으로 이루어 질 수 있고 작은 절개와 내부 조직 손상의 최소화로 재활 기간이 짧으며 흉터가 적게 남는다. 또 시술이 국소 마취로 이루어 질 수 있어 특히 노약자들에서 전신마취에 의한 위험도 피할 수 있다. 이러한 점들을 볼 때, 정확한 비교를 위해서는 수술 난이도, 숙련에 드는 시간과 비용, 전체 비용, 환자의 편의, 수술로 인한 환자의 일상 생활 지장 정도, 환자의 만족도, 환자의 취향, 노약자 층에서의 두 수술 결과 비교 등 더 많은 보건 경제학적 변수들을 사용한 비교를 하여야 한다.

**본 연구의 단점, 제한점**

본 연구의 경우 검색 언어를 영어와 한글로 한정하였으므로 비영어권이면서 한글을 사용하지 않는 지역의 논문이 많이 누락될 수 있다. 하지만 출판일로 2000년 1월부터 2010년 9월까지 지정하였으므로 중요한 자료의 대부분은 영어로 발표하였을 것으로 생각한다. 한편 장기간의 자료를 사용하는 메타분석에서는 진단 기술과 장비의 발달로 인한 진단기준의 변화 등이 발생할 수 있으나 본 연구의 경우 자료수집에 포함하는 발표기간이 10년으로 상대적으로 짧아 이러한 기준의 변화는 없다. 또한 결과표에 제시된 값을 기준으로 분석하기 때문에 원 자료의 질적 상태를 확인할 수 없다. 이를 극복하기 위하여 논문의 질적 평가를 시행하여 양질의 논문만을 선별하였다. 또 내시경적 접근법의 경우 시술자의 숙련도가 수술 성과에 상대적으로 더 큰 영향을 미치나 논문상에서는 그것을 판단할 수 없어 논문의 질적 상태를 기준으로 논문을 선별했다. 그리고 환자의 조건이 한정적이라는 점이다. 환자의 조건을 포괄적으로 잡을 경우에 많은 환자수를 확보할 수 있지만, 정확한 비교를 위해 처음 수술을 시행하고 다른 질병과 겹치지 않는 환자만을 선택하였다. 또 우리가 선택한 기준이 전체 환자군 중 높은 비율을 차지하기 때문에 대표성을 가지는데도 큰 무리가 없을 것이라 판단하였다. 마지막으로 메타분석 자체의 한계점인 출판바이어스(publication bias)를 피하기 위하여는 출판되지 않는 자료를 모두 포함해야 하나 이는 메타분석을 통한 연구에서는 완전한 해결이 불가능한 제한점이다.

**장점**

처음으로 시도하였음에도 완성도를 높이기 위해 많은 노력을 했다. 많은 논문을 적절한 기준을 세워 타당성을 확보하였다. 한 개의 추간판에 대해 처음 추간판 탈출증 수술을 하는 환자군을 대상으로 하는 논문만을 선별하여 분석하였는데 이는 Acharya 등의 연구 [[18](#_ENREF_18)]에서 볼 수 있듯이 재발 환자의 재수술의 경우 환자의 만족도가 상당히 낮고 합병증의 발생률이 훨씬 높아지기 때문이다. 또한 한 개의 추간판이 아닌 두 개 이상의 추간판을 포함하는 수술의 경우 수술의 범위와 규모가 커져 함께 포함시켜 비교할 경우 두 술기간의 정확한 비교가 어려워 질 것으로 예상되어 제외하였다.

**더 연구해야 할 내용**

MED 방법이 수술법의 표준이 되기 위해서는 추간판 탈출증에 대한 수술 효과 이외의 수술의 난이도나 위험도를 나타내는 출혈량 또는 수술시간에 대한 연구와 증상의 개선에 대한 장기간 변화양상 또는 진통제 사용량 등에 대한 연구, 그리고 의료비용에 대한 비교가 가능한 재원일수, 주요 합병증 발생 정도, 재원일수, 환자의 편의 등에 대한 연구가 필요할 것이다. 또한 미세현미경 추간판 제거술과 내시경 추간판 제거술을 직접적으로 타탕하게 비교한 연구가 많지 않아 잘 계획된 무작위 임상 시험이 추가로 필요하다.

# 결론

요추 추간판 탈출증에 대한 내시경적 추간판 제거술은 현재 표준인 미세현미경적 추간판 제거술에 비해 유의한 차이가 없다.

# 참고문헌

1. Krämer, J., *Intervertebral disk diseases: Causes, diagnosis, treatment and prophylaxis*. 2008: Thieme Medical Pub.

2. Weber, H., *Lumbar disc herniation. A controlled, prospective study with ten years of observation.* Spine (Phila Pa 1976), 1983. **8**(2): p. 131-40.

3. NACHEMSON, A., *The lumbar spine an orthopaedic challenge.* Spine, 1976. **1**(1): p. 59.

4. Rothoerl, R., C. Woertgen, and A. Brawanski, *When should conservative treatment for lumbar disc herniation be ceased and surgery considered?* Neurosurgical review, 2002. **25**(3): p. 162-165.

5. Maroon, J.C., *Current concepts in minimally invasive discectomy.* Neurosurgery, 2002. **51**(5 Suppl): p. S137-45.

6. Nellensteijn, J., et al., *Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: a systematic review of the literature.* European Spine Journal, 2010. **19**(2): p. 181-204.

7. Righesso, O., A. Falavigna, and O. Avanzi, *Comparison of open discectomy with microendoscopic discectomy in lumbar disc herniations: results of a randomized controlled trial.* Neurosurgery, 2007. **61**(3): p. 545-9; discussion 549.

8. RON, R.I. and D.A. CARLOS, *Lumbar microdiscectomy and microendoscopic discectomy.* Minimally Invasive Therapy, 2006. **15**(5): p. 267-270.

9. Weinstein, J., et al., *United States trends and regional variations in lumbar spine surgery: 1992–2003.* Spine, 2006. **31**(23): p. 2707.

10. Koes, B., M. Van Tulder, and W. Peul, *Diagnosis and treatment of sciatica.* BMJ: British Medical Journal, 2007. **334**(7607): p. 1313.

11. Schizas, C., E. Tsiridis, and J. Saksena, *Microendoscopic discectomy compared with standard microsurgical discectomy for treatment of uncontained or large contained disc herniations.* Neurosurgery, 2005. **57**(4 Suppl): p. 357-60; discussion 357-60.

12. Furlan, A.D., et al., *2009 updated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Back Review Group.* Spine (Phila Pa 1976), 2009. **34**(18): p. 1929-41.

13. Collins, S.L., R.A. Moore, and H.J. McQuay, *The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres?* Pain, 1997. **72**(1-2): p. 95-7.

14. Macnab, I., *Negative disc exploration. An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients.* J Bone Joint Surg Am, 1971. **53**(5): p. 891-903.

15. Arts, M.P., et al., *Tubular diskectomy vs conventional microdiskectomy for sciatica: a randomized controlled trial.* Jama, 2009. **302**(2): p. 149-58.

16. Knight, M.T., et al., *Review of safety in endoscopic laser foraminoplasty for the management of back pain.* J Clin Laser Med Surg, 2001. **19**(3): p. 147-57.

17. Knight, M.T., et al., *Endoscopic foraminoplasty: a prospective study on 250 consecutive patients with independent evaluation.* J Clin Laser Med Surg, 2001. **19**(2): p. 73-81.